

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-136423

(43) 公開日 平成9年(1997)5月27日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J	2/135		B 4 1 J	3/04
	2/045			1 0 3 N
	2/055			1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平8-231721

(22) 出願日 平成8年(1996)9月2日

(31) 優先権主張番号 特願平7-236261

(32) 優先日 平7(1995)9月14日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 角田 慎一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72) 発明者 太田 善久

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

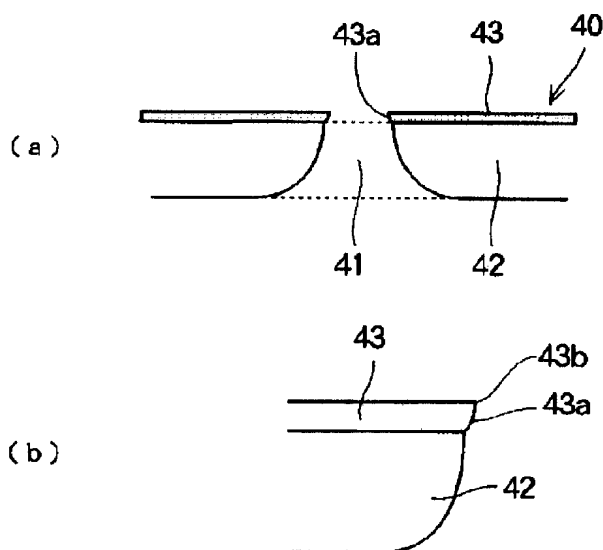
(74) 代理人 弁護士 額元 富保

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 噴射効率が低くなると共に、安定した噴射特性が得られない。

【解決手段】 表面処理ノズル40は、ノズル孔41を形成したノズル形成部材42の表面に、穴43aを形成した表面処理層43を形成し、表面処理層43をノズル孔41の中心方向に若干せりださせることによって、表面処理層43の穴43aの径をノズル孔41の径よりも小さくした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを吐出するノズル孔を形成するノズル形成部材の吐出面側に所定の表面処理をしたインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分の穴径を前記ノズル孔の径よりも小さくしたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項2】 請求項1に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分の表面がノズル孔近傍部に吐出面に対して略平行に形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項3】 請求項1に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分のノズル孔近傍部が $R=1\mu\text{m}$ 以下のエッジ部を形成していることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれかに記載のインクジェットヘッドにおいて、前記ノズル形成部材のノズル孔がホーン形状部とこのホーン形状部に連続する略円柱形状部とからなり、インク吐出方向に向かって径が小さくなるように形成されていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分の穴をテーパ形状に形成して、前記ノズル孔と段差なく連続させたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分の穴径を前記ノズル孔の径に対して50%以上100%未満にしたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかに記載のインクジェットヘッドにおいて、前記ノズル形成部材を電鍍工法で形成したことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれかに記載のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理が撥水性を持たせる処理であることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項9】 請求項8に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記ノズル形成部材のノズル孔内壁面に親水性を持たせる処理を施したことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項10】 請求項9に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記親水性を持たせる処理が酸によるエッチングで行なわれていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項11】 請求項9に記載のインクジェットヘッドにおいて、前記親水性を持たせる処理がドライエッチングで行なわれていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項12】 請求項8乃至11のいずれかに記載のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理がニッケ

ルーフッ素系樹脂共析電解メッキで行なわれていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項13】 請求項8乃至11のいずれかに記載のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理がニッケル-リン-フッ素系樹脂共析無電解メッキで行なわれていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項14】 請求項12又は13に記載のインクジェットヘッドにおいて、共析メッキにおけるフッ素系樹脂の含有率を20~40vol%にしたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項15】 請求項12乃至14のいずれかに記載のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理で形成する層の厚みを1~10 μm にしたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項16】 請求項1乃至8のいずれかに記載のインクジェットヘッドを製造する方法において、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側からラミネートし、ノズル孔から吐出面側にはみ出させ、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターンを剥離することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項17】 請求項1乃至8のいずれかに記載のインクジェットヘッドを製造する方法において、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の両面側からラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターンを剥離することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項18】 請求項1乃至8のいずれかに記載のインクジェットヘッドを製造する方法において、液状感光性樹脂を前記ノズル形成部材のノズル孔内壁面を含む吐出面裏側にコートして硬化させた後、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側又は両面にラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターン及び感光性樹脂を剥離することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項19】 請求項1乃至8のいずれかに記載のインクジェットヘッドを製造する方法において、液状感光性樹脂を前記ノズル形成部材の全面にコート、乾燥してから吐出面裏側のみを硬化させる工程と、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側又は両面にラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成する工程と、吐出面側の未硬化の感光性樹脂を除去する工程からなり、その後表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターン及び硬化した感光性樹脂を剥離することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項20】 請求項4に記載のインクジェットヘッドを製造する方法において、電鍍によりホーン形状の孔を有する一次ノズル形成部を形成し、ネガ型ドライフィルムレジストを一次ノズル形成部の両面にラミネートし、一次ノズル形成部材自体をマスクとして一次ノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによって一次ノズル形成部の吐出面側のノズル孔上に略円柱形状をなす突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、一次ノズル形成部材の吐出面側に再度電鍍を行って、前記突出部の形状に沿った略円柱形状の部分に二次ノズル形成部を前記一次ノズル形成部と一体に形成してノズル形成部材とし、その後、このノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターンを剥離することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項21】 請求項16乃至20のいずれかに記載のインクジェットヘッドの製造方法において、前記ドライフィルムレジストに対する露光量及び／又は現像時間を調整可能な手段で露光及び／又は現像することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【請求項22】 請求項16乃至21のいずれかに記載のインクジェットヘッドの製造方法において、前記表面処理層をフッ素系樹脂を含む共析メッキで形成することを特徴とするインクジェットヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インクジェットヘッド及びその製造方法に関し、特にノズル孔を形成するノズル形成部材の吐出面側に表面処理をしたインクジェットヘッド及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 インクジェット記録方式は、記録プロセスが非常に単純であることやカラー記録にも適することなどから注目されており、現在では、記録信号が入力されたときにのみインクを吐出する所謂ドロップオンデマ

ンド(DOD)方式が主流になっている。そして、DOD方式の中には、ヒータによる熱エネルギーによってインク中に発生するバブルを利用する所謂バブルジェット方式(特公昭61-59913号等参照)と圧電素子を用いるピエゾアクチュエータ方式(特公昭60-8953号公報等参照)がある。

【0003】 前者のバブルジェット方式は、熱エネルギーによってインク中に発生するバブルを利用するものであり、例えば特公昭61-59913号公報に記載されているように、インク流路中にアクチュエータに相当するヒータを配設し、このヒータでインクを直接瞬間加熱することでヒータ表面にバブルを発生させ、このときのインク流路内の圧力上昇によってインクを液滴化してノズル孔から飛翔させる方式である。この方式では、ヒータ加熱のための通電時間は5~10 μ secであり、ヒータ表面温度は300℃にまで達する。

【0004】 このバブルジェット方式は、アクチュエータに相当するヒータが非常に小さく、ヘッドの高集積化、小型化が容易であるという利点を有する反面、ヒータによる基板温度の上昇があるために、繰り返し駆動周波数をあまり高くできず、また、ヒータによって直接インクを加熱するために、使用できるインクの種類が制約されるという欠点がある。

【0005】 これに対して、後者のピエゾアクチュエータ方式は、加圧液室を構成する壁面を変形可能な構造として、この変形可能な壁面の外側に圧電素子を設け、この圧電素子を用いて加圧液室の壁面を変形させてその内容積を変化させることで、インクに圧力を与えて液滴化してノズル孔から飛翔させる方式である(例えば、特開平3-10846号公報参照)。

【0006】 このピエゾアクチュエータ方式では、圧電素子前面のノズル孔領域あるいは加圧液室のパルス的な圧力上昇が必要であり、圧電素子に印加される電圧波形は数 μ sec~数10 μ secの立ち上がり時間に設定され、インクの補給は圧電素子の変位を元に戻すことによって行われる。

【0007】 そして、このピエゾアクチュエータ方式にあつては、圧電素子がインクに直接接触せず、さらに、圧電素子の発熱も無視できるため、使用するインク種類の制約がないという利点があるものの、圧電素子サイズが大きく、必要な電界強度を与えるための印加電圧が高くて高耐圧のアレーを必要とするなどドライバの占める面積が大きく、多チャンネル化が難しいという問題がある。なお、「チャンネル」とは、それぞれ1個の圧電素子等のエネルギー発生手段、加圧液室及びノズル孔から構成される部分をいう。

【0008】 ところで、インクジェット記録方式は、上述したようにヒータ、圧電素子等のエネルギー発生手段(アクチュエータ)を駆動することによってノズル孔から液滴化したインク(インク滴)を吐出飛翔させて記録

を行うため、ノズル孔の形状、精度等がインク滴の噴射特性（インク滴吐出性能）に影響を与えると共に、ノズル孔を形成しているノズル形成部材の表面の特性がインク滴の噴射特性に影響を与える。例えば、ノズル形成部材表面のノズル孔周辺部にインクが付着して不均一なインク溜り（所謂濡れムラ）が発生すると、インク滴の吐出方向が曲げられたり、インク滴の大きさにバラツキが生じたり、インク滴の飛翔速度が不安定になる等の不都合が生じることが知られている。

【0009】なお、ノズル孔は、ノズル、吐出口、オリフィス、ノズルオリフィス等とも称されるが、本明細書においては、インク滴を吐出する孔を「ノズル孔」、ノズル孔を形成している部材を「ノズル形成部材」、ノズル孔を形成したノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施したものを「表面処理ノズル」と称することとする。

【0010】そこで、従来、ノズル形成部材の表面に、撥水性を有する表面処理を施すことで均一性を高めることが知られている。例えばシリコン系撥水剤、フッ素系撥水剤などの撥水剤を塗布する方法（特開昭55-65564号公報参照）、フロロアルコキシシランなどで表面処理する方法（特開昭56-89569号公報参照）、フッ素系化合物やシラン系化合物のプラズマ重合膜を形成する方法（特開昭64-87359号公報参照）、フロロシリコーンコーティング剤で処理する方法（特開平2-39944号公報参照）、フッ素系高分子共析メッキで撥水層を形成する方法（特開昭63-3963号公報、特開平4-294145号公報参照）などがある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したように従来のノズル形成部材の表面処理には、ノズル形成部材にノズル孔を形成した後に蒸着などによって表面を改質する場合と、表面改質後にノズル孔を打抜きなどによって形成する場合とがあるが、いずれの場合にも、図28（表面処理後打抜き形成の例）或いは図29（ノズル孔形成後表面処理の例）に示すように、工法上、表面処理部分（表面処理層）101の穴101aの径がノズル形成部材102のノズル孔103の径と同じか、ノズル孔103の径に対して表面処理部分101の穴101aの径が少し大きくなっている。そのため、エネルギー発生手段からのエネルギーが噴射滴に伝わらずに、噴射効率が低くなると共に、安定した噴射特性が得られなくなる。

【0012】また、図29（b）に拡大して示すように表面処理部分101表面のノズル孔近傍のエッジ部101bが弛れてR（アール）が形成され、吐出面に対して平行に形成されていないため、噴射の方向性にバラツキが生じ、安定した噴射特性が得られなくなる。

【0013】本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、安定した噴射特性が得られるインクジェットヘッ

ドを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、請求項1のインクジェットヘッドは、インクを吐出するノズル孔を形成するノズル形成部材の吐出面側に所定の表面処理をしたインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分の穴径を前記ノズル孔の径よりも小さくした。

【0015】請求項2のインクジェットヘッドは、上記請求項1のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分の表面がノズル孔近傍部で吐出面に対して平行に形成されている構成とした。

【0016】請求項3のインクジェットヘッドは、上記請求項1のインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分のノズル孔近傍部が $R=1\mu\text{m}$ 以下のエッジ部を形成している構成とした。

【0017】請求項4のインクジェットヘッドは、上記請求項1乃至3のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、前記ノズル形成部材のノズル孔がホーン形状部とこのホーン形状部に連続する略円柱形状部とからなり、インク吐出方向に向かって径が小さくなるように形成されている構成とした。

【0018】請求項5のインクジェットヘッドは、上記請求項1乃至4のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分の穴をテーパ形状に形成して、前記ノズル孔と段差なく連続させた。

【0019】請求項6のインクジェットヘッドは、上記請求項1乃至5のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理部分の穴径を前記ノズル孔の径に対して50%以上100%未満にした。

【0020】請求項7のインクジェットヘッドは、上記請求項1乃至6のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、前記ノズル形成部材を電鍍工法で形成した。

【0021】請求項8のインクジェットヘッドは、上記請求項1乃至7のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理が撥水性を持たせる処理である構成とした。

【0022】請求項9のインクジェットヘッドは、上記請求項8のインクジェットヘッドにおいて、前記ノズル形成部材のノズル孔内壁面に親水性を持たせる処理を施した。

【0023】請求項10のインクジェットヘッドは、上記請求項9のインクジェットヘッドにおいて、前記親水性を持たせる処理が酸によるエッチングで行なわれている構成とした。

【0024】請求項11のインクジェットヘッドは、上記請求項9のインクジェットヘッドにおいて、前記親水性を持たせる処理がドライエッチングで行なわれている構成とした。

【0025】請求項12のインクジェットヘッドは、上

記請求項8乃至11のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理がニッケル-フッ素系樹脂共析電解メッキで行なわれている構成とした。

【0026】請求項13のインクジェットヘッドは、上記請求項8乃至11のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理がニッケル-リン-フッ素系樹脂共析無電解メッキで行なわれている構成とした。

【0027】請求項14のインクジェットヘッドは、上記請求項12又は13のインクジェットヘッドにおいて、共析メッキにおけるフッ素系樹脂の含有率を20～40vol%にした。

【0028】請求項15のインクジェットヘッドは、上記請求項12乃至14のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、前記表面処理で形成する層の厚みを1～10μmにした。

【0029】請求項16のインクジェットヘッドの製造方法は、請求項1乃至8のいずれかのインクジェットヘッドを製造する方法において、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側からラミネートし、ノズル孔から吐出面側にはみ出させ、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターンを剥離する。

【0030】請求項17のインクジェットヘッドの製造方法は、上記請求項1乃至8のいずれかのインクジェットヘッドを製造する方法において、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の両面側からラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターンを剥離する。

【0031】請求項18のインクジェットヘッドの製造方法は、上記請求項1乃至8のいずれかのインクジェットヘッドを製造する方法において、液状感光性樹脂を前記ノズル形成部材のノズル孔内壁面を含む吐出面裏側にコートして硬化させた後、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側又は両面にラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターン及び感光性樹脂を剥離する。

【0032】請求項19のインクジェットヘッドの製造方法は、上記請求項1乃至8のいずれかに記載のインクジェットヘッドを製造する方法において、液状感光性樹脂を前記ノズル形成部材の全面にコート、乾燥してから吐出面裏側のみを硬化させる工程と、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側又は両面にラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成する工程と、吐出面側の未硬化の感光性樹脂を除去する工程からなり、その後表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターン及び硬化した感光性樹脂を剥離する。

【0033】請求項20のインクジェットヘッドの製造方法は、上記請求項4のインクジェットヘッドを製造する方法において、電鍍によりホーン形状の孔を有する一次ノズル形成部を形成し、ネガ型ドライフィルムレジストを一次ノズル形成部の両面にラミネートし、一次ノズル形成部材自体をマスクとして一次ノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによって一次ノズル形成部の吐出面側のノズル孔上に略円柱形状をなす突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、一次ノズル形成部材の吐出面側に再度電鍍を行って、前記突出部の形状に沿った略円柱形状の部分に二次ノズル形成部を前記一次ノズル形成部と一体に形成してノズル形成部材とし、その後、このノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターンを剥離する。

【0034】請求項21のインクジェットヘッドの製造方法は、上記請求項16乃至20のいずれかのインクジェットヘッドの製造方法において、前記ドライフィルムレジストに対する露光量及び／又は現像時間を調整可能な手段で露光及び／又は現像する構成とした。

【0035】請求項22のインクジェットヘッドの製造方法は、上記請求項16乃至21のいずれかのインクジェットヘッドの製造方法において、前記表面処理層をフッ素系樹脂を含む共析メッキで形成する構成とした。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。図1は本発明を適用するインクジェットヘッドの一実施例の外観斜視図、図2は図1のA-A線に沿う要部拡大断面図、図3は図1のB-B線に沿う要部拡大断面図である。このインクジェットヘッドは、列状に設けた複数の圧電素子等を有するアクチュエータユニット1と、アクチュエータユニット1上に接合されて複数の圧電素子で変形部を介して加圧される複数の加圧液室及びこの複数の加圧液室に連通する複数のノズル孔等を形成している液室ユニット2とからなる。

【0037】アクチュエータユニット1は、絶縁性の基板3上に、複数の圧電素子を列状に設けた2列の圧電素子列4、4と、これら2列の圧電素子列4、4の周囲を取り囲むフレーム5を接着剤6によって接合している。圧電素子列4は、インクを液滴化して飛翔させるための駆動パルスが与えられる複数の圧電素子（これを「駆動部圧電素子」という。）7、7…と、駆動部圧電素子7、7間に位置し、駆動パルスが与えられずに単に液室ユニット2を基板3に固定する複数の圧電素子（これを「固定部圧電素子」という。）8、8…とを交互に配置している。

【0038】液室ユニット2は、変形部であるダイアフラム部11を形成した振動板12上に、加圧液室流路を形成する感光性樹脂フィルム（ドライフィルムレジスト）からなる2層構造の液室流路形成部材13を接着し、この液室流路形成部材13上に複数のノズル孔15を形成したノズル形成部材であるノズルプレート16を接着してなる。これら振動板12、液室流路形成部材13及びノズルプレート16によって、圧電素子列4の各駆動部圧電素子7、7…に対向する変形可能なダイアフラム部11を有するそれぞれ略独立した複数の加圧液室17、17…を形成し、かつ、ノズル孔15、15…を振動板12のダイアフラム部11即ち圧電素子列4の各駆動部圧電素子7、7…に対向して配列している。そして、この液室ユニット2は、その振動板12の所要の部分を接着剤18によって固定部圧電素子8、8…及びフレーム5上に接合することで、全体としてアクチュエータユニット1上に高い剛性で接合している。

【0039】ここで、液室ユニット2を構成する各部の材質及び構造について説明する。先ず、振動板12は、図2に示すように液室流路形成部材13側を平坦面とし、チャンネル方向と直交する方向では圧電素子列4側にそれぞれ厚みの異なるダイアフラム領域12a、接合領域12b及び逃げ領域12cを形成して、圧電素子列4の駆動部圧電素子7、7…に対応してダイアフラム部11、11…を形成したものである。

【0040】この振動板12のダイアフラム領域12aは、最も厚みの薄い領域（薄肉部）であって、厚さを3～10 μ m程度にしたダイアフラム部11のダイアフラム領域（駆動部圧電素子7の変位に応じて変形する弾性部分）である。また、接合領域12bは、最も厚みの厚い領域（厚肉部）であり、圧電素子列4の駆動部圧電素子7及び固定部圧電素子8及びフレーム5との接合領域であって、例えば20 μ m程度以上の厚さに形成している。この場合、図3に示すようにチャンネル方向と直交する方向では、各接合領域12bの内、固定部圧電素子8に対応する部分は、液室ユニット2を固定部圧電素子8に接合するための梁部12eとなる。更に、逃げ領域12cは、中間の厚さの領域であって、駆動部圧電素子7との接触を避けるための逃げ領域である。

【0041】この振動板12を形成する材料は、駆動部圧電素子7による加圧力を加圧液室17に伝搬できる弾性部分を形成でき、インクに対する耐液性がよく、低透湿性のものであればよい。ただし、この振動板12としては、固定部圧電素子8と高い剛性で接合する上で、ヤング率を100Kg/mm²以上とした非弾性材料を用いることが好ましい。ここでは、エレクトロニフオーミング工法（電鋳）によって製造したNi（ニッケル）の金属プレートを用いているが、この他SUS等の金属膜、非常に薄い低透湿性の樹脂膜、例えばポリフェニレンサルファイド、ポリイミド、ポリエーテルサルフォン、ポリクロロトリフルオロエチレン、アラミド等の樹脂膜を用いることもできる。

【0042】液室流路形成部材13は、上記のように振動板12上面とノズルプレート16下面との間に位置して各駆動部圧電素子7に対応する各加圧液室17を形成すると共に、各加圧液室17にインクを供給するために各加圧液室17の両側に位置する共通液室20と、各加圧液室17の両側を共通液室20に連通する流体抵抗部を兼ねた各インク供給路21、21とを形成するものであるが、その製造工程上、振動板12上面にドライフィルムレジスト（感光性樹脂フィルム）を用いて所要の液室パターンを形成した下側液室流路形成層22と、ドライフィルムレジストを用いて所要の液室パターンを形成した上側液室流路形成層23とを接合した2層構造としている。

【0043】なお、ここでは液室流路形成層を2層構造としているが、液室流路形状に合わせた3層以上の多層構造でも本発明をそのまま適用することができる。また、液室流路形成部材としては、上記のドライフィルムレジストに代えて、例えばSi、Niプレートなど、その他の材料を用いることもできる。

【0044】ノズルプレート16にはインク滴を飛翔させるための微細孔である多数のノズル孔15を形成しており、このノズル孔15の径はインク滴出口側の直径で35 μ m以下に形成している。このノズルプレート16も振動板12と同様にエレクトロニフオーミング工法（電鋳）によって製造したNi（ニッケル）の金属プレートを用いているが、Si、その他の金属材料を用いることもできる。なお、実際には、1列32～64個のノズル孔15を2列配列した64～128個構成で1つのインクジェットヘッドを製作するが、この64～128個のノズル孔15を有するノズルプレート16の品質は、インクの滴形状、飛翔特性を決定し、画像品質に大きな影響を与えるものである。

【0045】上述したようなこのインクジェットヘッドは、予めアクチュエータユニット1と液室ユニット2とを別々に組付けた後、両ユニット1、2を接着接合して製造している。ここで、液室ユニット2の加工・組付け工程について図4乃至図6を参照して説明する。

【0046】 先ず、次のようにして、振動板12に下側液室流路形成層22を形成した部材を製造する。すなわち、

① 図4(a)に示すように予めエレクトロンフォーミング工法(電鍍)を用いてNi(ニッケル)の金属プレートからなる振動板12を製造した後、同図(b)に示すように振動板12のフラットな面上に下側液室流路形成層22を形成するための感光性樹脂であるネガ型ドライフィルムレジスト31を熱及び圧力によってラミネートする。このドライフィルムレジストの厚さは20~50 μ m程度である。

【0047】 ② 同図(c)に示すように流路パターンに応じたマスク32を用いて紫外線(UV光)露光をして、露光部分を硬化させる。これにより、ドライフィルムレジスト31は同図(d)に示すように硬化部分(露光部分)31aと未硬化部分(未露光部分)31bとが生じる。

③ 同図(e)に示すように未露光部分を除去できる溶剤を用いて、現像して未露光部分を除去することにより、下側液室流路形成層22による液室パターンを形成する。これにより、一度に全面の液室パターンニングができる。

④ 水洗い、乾燥の後、再度紫外線露光と加熱によって本硬化する。

【0048】 一方、振動板12側と同様にして、ノズルプレート16側に上側液室流路形成層23を形成した部材を製造する。すなわち、

① 図5(a)に示すように予めエレクトロンフォーミング工法(電鍍)を用いてNi(ニッケル)の金属プレートからなるノズル孔15を有するノズルプレート16を製造した後、同図(b)に示すようにノズルプレート16上に上側液室流路形成層23を形成するための感光性樹脂であるネガ型ドライフィルムレジスト33を熱及び圧力によってラミネートする。このドライフィルムレジストの厚さは40~100 μ m程度である。

【0049】 ② 同図(c)に示すように流路パターンに応じたマスク34を用いて紫外線(UV光)露光をして、露光部分を硬化させる。これにより、ドライフィルムレジスト33は同図(d)に示すように硬化部分(露光部分)33aと未硬化部分(未露光部分)33bとが生じる。

③ 同図(e)に示すように未露光部分を除去できる溶剤を用いて、現像して未露光部分を除去することにより、上側液室流路形成層23による液室パターンを形成する。これにより、一度に全面の液室パターンニングができる。

④ 水洗い、乾燥の後、再度紫外線露光と加熱によって本硬化する。

【0050】 そして、図6に示すように、以上のようにして振動板12とノズルプレート16に形成されたドラ

イフィルムレジストからなる下側液室流路形成層22と上側液室流路形成層23の対応する面同士を接合する。この接合は位置合わせ治具を用いて行い、加圧及び前記本硬化のときより高い温度での加熱を行う。なお、実際には、以上の工程は、複数個分のヘッド面積のプレートにて組付けを行うようにしている。

【0051】 次に、本発明に係るインクジェットヘッドにおける表面処理ノズルの詳細について図7乃至図9を参照して説明する。先ず、本発明に係るインクジェットヘッドの表面処理ノズル40は、図7に示すように断面がストレート形状のノズル孔41を形成したノズル形成部材42の表面に、ノズル孔41と同様にストレート形状の穴43aを形成した表面処理層(表面処理部分)43を形成している。ここで、表面処理層(表面処理部分)43をノズル孔41の中心方向に若干せりださせることによって、表面処理層43の穴43aの径をノズル孔41の径よりも小さくしている。

【0052】 このように表面処理層43の穴径をノズル孔41の穴径よりも小さくすることによって、インク吐出時のエネルギーを効率良く吐出滴(インク滴)に伝えることができ、滴速度が上がって、噴射効率が高くなり、安定した噴射特性を得ることができて、印字品質を向上することができる。

【0053】 また、本発明に係る表面処理ノズル40は、図8(a)、(b)に示すように表面処理層(表面処理部分)43の表面をノズル孔近傍においても吐出面に対して略平行になるように形成している(図7の例も同じである。)。すなわち、表面処理ノズル40のエッジ部43bが弛れないように形成することで、表面処理層43の表面がノズル孔近傍においても吐出面に対して平行になるようにする。この平行の程度からは、ノズル孔エッジ部43bは $R=1\mu$ m以下にすることが噴射特性のバラツキの低減の点から好ましい。

【0054】 つまり、図9(a)、(b)に示す表面処理ノズル40'にあっても表面処理層43の穴径をノズル孔41の穴径よりも小さく形成しているが、エッジ部43bが弛れた状態になっている。このようにエッジ部43bが弛れていると噴射特性のバラツキが生じ得る。これに対して、図8に示すよう表面処理ノズル40のようにエッジ部43bが弛れないようにすることで、噴射特性のバラツキを低減することができるのである。

【0055】 また、本発明に係る他の表面処理ノズル40は、図8に示すように略テーパ形状のノズル孔41を形成したノズル形成部材42の表面に、テーパ形状の穴43aを形成した表面処理層(表面処理部分)43を形成している。ここで、表面処理層(表面処理部分)43は上述のように穴43aの形状を吐出面側が小さいテーパ形状にすることでノズル孔41の中心方向に若干せりださせて、表面処理層43の穴43aの径をノズル孔41の径よりも小さく、かつノズル孔41と段差なく連続

させている。

【0056】このように表面処理層43の穴43aを断面テーパ形状に形成してノズル孔41に対して連続させることにより、ノズル形成部材42のノズル孔41と表面処理層43の穴43aとの間に、同図に示すように段差がなくなり、この部分への気泡の滞留や引き込みが生じ難くなり、これに伴う噴射ダウンを防止できると共に、ノズル孔内壁面から表面処理層の穴内壁面が連続することによって噴射方向が更に安定し、一層印字品質を向上することができる。

【0057】ここで、表面処理層43の穴43aの径はノズル孔41の径に対して50%以上100%未満にすることが好ましい。表面処理層43の穴径をノズル孔径に対して100%にすると、表面処理層43の穴径とノズル孔径が同じになって従来の技術の項で述べたとおりインク吐出時のエネルギーを効率良く吐出滴（インク滴）に伝えることができなくなり、50%未満にすることはインク滴の噴射特性に影響を与えることがある。上記の範囲にすることによって、噴射効率の向上、噴射特性の安定化を図ることができる。

【0058】さらに、本発明に係る他の表面処理ノズル40は、図10に示すようにノズル形成部材42のノズル孔41がホーン形状部41aとこのホーン形状部41aに連続する略円柱形状部41bとからなり、この略円柱形状部41bはインク吐出方向に向かって径が若干小さくなるように形成している。これらのホーン形状部41a及び略円柱形状部41bを有するノズル形成部材42は、例えばホーン形状部41aを有する一次ノズル形成部材42aと略円柱形状部41bを有する二次ノズル形成部材42bとを一体に積層した構造にすることで得られる。

【0059】このように、ノズル形成部材のノズル孔がホーン形状部とこのホーン形状部に連続する略円柱形状部とからなり、インク吐出方向に向かって径が小さく形成されているようにすることで、集積度を低下させることなく、内部の気泡の排出性を向上させることができる。また、ノズル孔41の厚みを厚く形成することができるため、ノズル形成部材の剛性が高くなり、チャンネル間の相互干渉を低下することができる。さらに、吐出面からの深さが深くなるため外部からの気泡を巻き込み難くなり、安定性を向上することができる。

【0060】また、表面処理層43を形成するための表面処理の種類としては、撥水性を持たせる撥水処理、親水性を持たせる親水処理に大別される。撥水処理を施すことによって、ノズル形成部材表面にインク溜りができることを防止でき、インク溜りに伴う噴射効率の低下、噴射方向の曲りを抑制することができる。

【0061】撥水処理の工法としては、シリコン系、フッ素系化合物の塗布や、同化合物のプラズマ重合膜、熱蒸着膜の形成、さらにはフッ素系高分子共析メッキな

どを用いることができる。

【0062】ここで、撥水処理として、例えば、フッ素系高分子共析メッキを用いる場合の含フッ素系化合物としては、例えば次のようなものを使用することができる。すなわち、四フッ化エチレン樹脂（PTFE）、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合樹脂（FEP）、四フッ化エチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合樹脂（PFA）、エチレン-四フッ化エチレン共重合樹脂（ETFE）、エチレン-三フッ化塩化エチレン共重合樹脂（ECTFE）、三フッ化エチレン樹脂（PCTFE）、フッ化ビニル樹脂（PVF）、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合樹脂（PEPE）、フッ化ビニリデン樹脂（PVdF）等の熱可塑性フッ素樹脂、含熱可塑性エラストマー及びその他の含フッ素共重合樹脂、及び、（CF）Nや（C₂F）F等のフッ化カーボンを使用することができる。特に、テトラフルオロエチレン（PTFE）とフッ化カーボンが好ましい。また、共析メッキに用いる金属化合物としては、ニッケル、クロム、銀、銅等を用いることができるが、特にニッケルメッキ浴を用いるのが適当である。

【0063】撥水処理として、例えばニッケル-フッ素系樹脂共析電解メッキを用いてノズル形成部材の表面から積み上げにより形成して行くことで、容易に表面処理層を所望の径や形状に安定して形成することができ、しかもワイピングに対する耐久性も向上する。また、ニッケル-リン-フッ素系樹脂共析無電解メッキを用いることによって、上記の作用効果に加えて、厚みムラが少なく均一な表面処理層を得ることができる。

【0064】また、表面処理層43の膜厚は、吐出面側には清浄化の目的で上述のようにワイピング操作が入るので、ある程度の厚さが必要であるが、他方、あまり厚すぎると、処理時間がかかるために不経済となり、メッキの場合には内部応力によるノズルプレートの反りが発生するおそれがあるので、1μm～10μmの範囲内に設定することが好ましい。

【0065】さらに、フッ素系高分子共析メッキによって表面処理層43を形成する場合、フッ素系樹脂の含有率を20～40vol%にすることが好ましい。フッ素系樹脂の含有率を20vol%未満にすると、十分な撥水性が得られないことがあり、含有率が40vol%を越えると、撥水性は高くなるが、表面処理層43のワイピングに対する強度が低下したり、ノズル形成部材42との密着性が低下することがある。

【0066】一方、親水処理の工法としては、FeCl₃、HNO₃等の酸を用いたエッチングやドライエッチング、或いは、金スパッタ等を用いることができる。親水処理を酸エッチングで行なうことによって、工程が容易で量産性のある表面処理ノズルを得ることができる。また、ドライエッチングを用いることによって、後

10

20

30

40

50

述するようにノズル孔内壁面のみを選択的にエッチングすることができ、吐出面の荒れによる撥水性の低下を生じることなく、ノズル孔内壁面のみを親水化することができる。

【0067】ところで、上述したようにノズル形成部材42の表面に撥水化処理を施すときでも、ノズル孔41の内面にはメニスカス位置の後退を防ぐために親水化処理を施すことが好ましい。このノズル孔41内面の親水化処理は、例えば、図11(a)に示すようにノズル孔41を形成したノズル形成部材42の全面に、同図

(b)に示すように上述したような親水化処理工法を用いて親水層44を形成し、同図(c)に示すようにノズル形成部材42の吐出面側に前述した撥水処理工法を用いた表面処理層43を形成することによって行なうことができる。

【0068】このように吐出面側に撥水性を持たせ、ノズル孔内面(内壁面)に親水性を持たせる処理を施すことによって、噴射方向の安定性と高速応答性を確保することができ、更に一層印字品質が向上する。

【0069】次に、本発明に係る表面処理ノズルの製造方法について説明する。先ず、図12を参照して製造方法の第1例を説明すると、同図(a)に示すようにエレクトロフォーミング(電铸)工法によってノズル孔41を形成したノズル形成部材42を形成する。ノズル形成部材を金属で形成することによって、表面処理にメッキ工法を採用することができる。また、電铸工法を採用することによって、ノズル孔がテーパ形状となり、ノズル孔と表面処理部分の穴との段差を無くして滑らかにすることが容易にできる。

【0070】そこで、同図(b)に示すようにノズル形成部材42の吐出面裏側(図2の加圧液室17側の面をいう。)にネガ型ドライフィルムレジスト45をラミネートする。このとき、ラミネート温度、圧力を調整して、同図(b)に示すようにドライフィルムレジスト45の一部がノズル孔41の穴部から吐出面側にはみ出たはみ出し部45aが形成されるようにする。このはみ出し部45aの表面からはみ出し量は形成する表面処理層の厚みに応じて設定する。

【0071】その後、同図(c)に示すようにノズル形成部材42の吐出面裏側から紫外線(UV光)を照射して全面露光することにより、同図(d)に示すようにドライフィルムレジスト45が硬化して硬化ドライフィルムレジスト46となる。このとき、ノズル形成部材42がマスクとなっているので、図13に拡大して示すようにノズル孔41の穴部から吐出面側にはみ出しているはみ出し部45aはノズル孔41の穴部に対向している部分のみが硬化されて硬化はみ出し部46aとなる。

【0072】そこで、これを現像することによって、図12(e)及び図14に示すように、ノズル孔41から吐出面側にはみ出したテーパ状の凸形状をなす突出部4

7aを有するドライフィルムレジストパターン(フォトレジストパターン)47ができて上がる。この場合、露光量及び/又は現像時間を調整可能な露光装置や現像装置を使用することによって、例えば図15(a)に示すように露光量を大きくして現像時間を短くしたときには突出部47aは相対的に太くなり、同図(b)に示すように露光量を小さくして現像時間を長くしたときには突出部47aは相対的に細くなる、というようにドライフィルムレジストパターン47の突出部47aの形状を容易に変更設定することができる。

【0073】次いで、図12(f)に示すように撥水化処理をする場合には例えばフッ素系樹脂共析メッキを積んで所定の厚みの表面処理層43を形成する。なお、このときの表面処理層43の厚みは、ドライフィルムレジストパターン47の突出部47aの厚み(ノズル形成部材42表面からの高さ)より薄くなるようにすることが好ましい。これは、表面処理層43の厚み(メッキ厚)が突出部47aの厚みより厚くなると、突出部47a上に表面処理層43が乗り上げてしまって、十分な精度が得られず、かつフォトレジストパターン47の剥離時に剥離不良を引き起こすおそれがあるからである。

【0074】その後、フォトレジストパターン47を剥離することによって、同図(g)及び図16に示すようにノズル孔41を形成したノズル形成部材42の表面にテーパ形状の穴43aを形成した表面処理層43を形成してなる表面処理ノズル40が得られる。

【0075】ここで、上述したドライフィルムレジストを用いた凸部形状(突出部の形状)には、①ノズル形成部材をマスクとして露光するため、ノズル孔の径以上には広がらない、②現像の段階で露光面の反対側から現像するため、ドライフィルムレジスト上面側は架橋率が低く、パターン細りが生じて径が小さくなり易い、③露光量を抑え、突出部の径の細りを大きくしていくと、今後はパターンの真円度がくずれ、ノズル孔形状が適さなくなる(縦スジ等が発生する)、などの制約がある。このような制約を考慮すると、表面処理層の穴径はノズル孔径の50%以上~100%未満に限定される。

【0076】このように、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側からラミネートし、ノズル孔から吐出面側にはみ出させ、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した凸部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理層を形成する処理を施し、次いで硬化したドライフィルムレジストを剥離することにより、容易にノズル孔径よりも穴径の小さな表面処理部分を設けた表面処理ノズルを得ることができる。

【0077】次に、図17及び図18を参照して製造方法の第2例を説明する。図17(a)に示すようにエレ

クトロフォーミング工法によってノズル孔41を形成したノズル形成部材42を形成した後、同図(b)に示すようにノズル形成部材42の吐出面裏側にネガ型ドライフィルムレジスト45をラミネートする。このとき、ラミネート温度、圧力を調整して、同図(b)に示すようにドライフィルムレジスト45の一部がノズル孔41の穴部から吐出面側にはみ出たはみ出し部45aが形成されるようにする。

【0078】その後、同図(c)に示すようにノズル形成部材42の吐出面側にもネガ型ドライフィルムレジスト48をラミネートする。このときドライフィルムレジスト45のはみ出し部45aは、ドライフィルムレジスト48と一体になる。この際、はみ出し部45aのはみ出し量が充分でないと、ドライフィルムレジスト48のラミネート時にノズル孔内壁部に空気がとじ込められ、形成される凸部の形状、強度に悪影響が生じる。

【0079】次いで、同図(d)に示すようにノズル形成部材42の吐出面裏側から紫外線(UV光)を照射して全面露光することにより、図18(a)に示すようにドライフィルムレジスト45が硬化すると共に、ノズル形成部材42がマスクとなっているので、ドライフィルムレジスト48のノズル孔41に対向している部分のみが硬化して、これらが一体となった硬化ドライフィルムレジスト49となる。

【0080】そこで、これを現像することによって、同図(b)及び図19に示すように、ノズル孔41の穴部に凸形状の突出部50aを有するドライフィルムレジストパターン50ができ上がる。この場合も、露光量及び/又は現像時間を調整可能な露光装置や現像装置を使用することによって、ドライフィルムレジストパターン50の突出部50aの形状を容易に設定することができる。

【0081】次いで、図18(c)に示すように撥水化処理をする場合には例えばフッ素系樹脂共析メッキを積んで所定の厚みの表面処理層43を形成した後、フォトリソパターン50を剥離することによって、同図

(d)及び図20に示すようにノズル孔41を形成したノズル形成部材42の表面にテーパ形状の穴43aを形成した表面処理層43を形成してなる表面処理ノズル40が得られる。

【0082】このように、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の両面側からラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した凸部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理層を形成する処理を施し、次いで硬化したドライフィルムレジストを剥離することにより、容易にノズル径よりも穴径の小さな表面処理部分を設けた表面処理ノズルを得ること

ができると共に、吐出面裏側からのみラミネートする場合に比べてより厚い表面処理層を形成することができる。

【0083】次に、図21及び図22を参照して製造方法の第3例について説明する。図21(a)に示すように前同様に形成したノズル形成部材42に、同図(b)に示すようにノズル孔41の内壁面及びノズル形成部材42の吐出面裏側に液状感光性樹脂51をコート、乾燥し、同図(c)に示すように紫外線照射して露光し、同図(d)に示すように加熱して、硬化感光性樹脂52を形成する。

【0084】その後、同図(e)に示すようにノズル形成部材42のネガ型ドライフィルムレジスト45をラミネートし、以後、前述した第2例の図17(d)、図18(a)～(c)と同様に、図21(f)、図22

(a)～(d)に示すノズル形成部材42の吐出面側へのドライフィルムレジスト48のラミネート、ノズル形成部材42の吐出面裏側からの露光による硬化ドライフィルムレジスト49の形成、現像によるフォトリソパターン50の形成、表面処理層43の形成の各工程を行なった後、フォトリソパターン50及び硬化感光性樹脂層52を剥離することによって、同図(e)に示すように表面処理ノズル40を得る。なお、ここではドライフィルムレジストのラミネートをノズル形成部材42の両面側に行なう例(前記第2例)に適用したが、ノズル形成部材42の吐出面裏側に行なう例(前記第1例)に適用することもできる。

【0085】このように、ノズル形成部材にネガ型ドライフィルムレジストをラミネートする前に液状感光性樹脂をコートして硬化させた層を設けることによって、ドライフィルムレジストとノズル形成部材との密着性が高くなり、ノズル孔エッジ部でのドライフィルムレジストの剥離を防止し、これによる表面処理層のノズル孔内への回り込みを防止できる。

【0086】つまり、ドライフィルムレジストを露光硬化、現像する場合に、現像オーバーになると、図23

(a)に示すようにノズル形成部材42のノズル孔41の吐出面側エッジ部とでき上がったドライフィルムレジストパターン50との間に隙間54が発生し、そのために表面処理層43を形成するとき、同図(b)に示すように表面処理層43がノズル孔41内に回り込んで、表面処理層43の穴43aにエッジ部55のダレが発生して、所望のインク滴形状が得られなくなるなど噴射特性が低下することがある。上述のように感光性樹脂をコートしておくことにより、このような回り込みを防止できるのである。

【0087】なお、図21及び図22に示した例では、ネガ型の液状感光性樹脂を用いた実施例で説明したが、液状感光性樹脂としてポジ型のものを用いることもできる。ポジ型感光性樹脂を用いた場合には、ノズル形成部

10

20

30

40

50

材に塗布する際に、感光性樹脂がノズル孔を塞ぐように膜状に残ったとしても、吐出面側から露光することにより、膜部分のみ溶剤可溶性となり、容易に除去できるという利点がある。また、これらの液状感光性樹脂の塗布方法としては、例えばスピncerコーター法、ロールコーター法を用いることができる。

【0088】次に、図24及び図25を参照して製造方法の第4例について説明する。図24(a)に示すように前同様に形成したノズル形成部材42に、同図(b)に示すようにノズル孔41の内壁面及びノズル形成部材42の表裏面に、すなわちノズル形成部材42の全面に液状感光性樹脂51をコートし、乾燥し、同図(c)に示すように紫外線照射して露光し、ノズル形成部材42の吐出面裏側及びノズル孔41内壁面の感光性樹脂51のみを硬化させて硬化感光性樹脂52を形成する。このとき、ノズル形成部材42の吐出面側の感光性樹脂51はノズル形成部材42がマスクとなるので未硬化のままである。

【0089】その後、同図(e)に示すようにノズル形成部材42のネガ型ドライフィルムレジスト45をラミネートし、同図(f)に示すようにノズル形成部材42の吐出面側へのドライフィルムレジスト48のラミネートし、図25(a)に示すようにノズル形成部材42吐出面裏側からの露光して、同図(b)に示すように硬化ドライフィルムレジスト49の形成し、同図(c)に示すように現像をしてフォトリジストパターン50を形成した後、同図(d)に示すように未硬化の感光性樹脂51を現像して除去し、同図(e)に示すように表面処理層43を形成した後、フォトリジストパターン50及び硬化感光性樹脂層52を剥離することによって、同図(f)に示すように表面処理ノズル40を得る。なお、ここではドライフィルムレジストのラミネートをノズル形成部材42の両面側に行なう例(前記第2例)に適用したが、ノズル形成部材42の吐出面裏側に行なう例(前記第1例)に適用することもできる。

【0090】このように、ノズル形成部材にネガ型ドライフィルムレジストをラミネートする前に液状感光性樹脂をコートする場合に、ノズル形成部材の全面にコートすることによって、液状感光性樹脂をディップ法でコートすることが可能になり、工程が簡単になる。

【0091】なお、ここでも、ネガ型の液状感光性樹脂を用いた実施例で説明したが、上述したように液状感光性樹脂としてポジ型のものを用いることもできる。ここで、ポジ型感光性樹脂を用いた場合には、ノズル形成部材42の吐出面側から露光することにより、吐出面側の感光性樹脂が溶剤可溶性となる。このとき、ノズル形成部材42の吐出面裏側の感光性樹脂51はノズル形成部材42がマスクとなるので溶剤不溶性のままである。

【0092】また、ここでは、未硬化の感光性樹脂の現像除去を工程の最後で行っているが、例えばネガ型ドラ

イフィルムのラミネート前に行うことも可能である。

【0093】次に、図26及び図27を参照して図10に示す表面処理ノズルを製造する本発明に係る製造方法の第5例について説明する。図26(a)に示すように電鍍工法によってノズル孔となるホーン形状部41aを形成した一次ノズル形成部材42aを形成した後、同図(b)に示すように一次ノズル形成部材42aの吐出面裏側にネガ型ドライフィルムレジスト57をラミネートする。このとき、ラミネート温度、圧力を調整して、同図(b)に示すようにドライフィルムレジスト57の一部がホーン形状部41aの穴部から吐出面側にはみ出たはみ出し部57aが形成されるようにする。

【0094】その後、同図(c)に示すように一次ノズル形成部材42aの吐出面側にもネガ型ドライフィルムレジスト58をラミネートする。このドライフィルムレジスト58の厚みは、後述する略円柱形状部42bの厚みと表面処理層43の厚みを加えたもの以上とする。このときドライフィルムレジスト57のはみ出し部57aは、ドライフィルムレジスト58と一体になる。この際、はみ出し部57aのはみ出し量が充分でないと、ドライフィルムレジスト58のラミネート時にノズル孔内壁部に空気がとじ込められ、形成される凸部の形状、強度に悪影響が生じる。

【0095】次いで、同図(d)に示すように一次ノズル形成部材42aの吐出面裏側から紫外線(UV光)を照射して全面露光することにより、同図(e)に示すようにドライフィルムレジスト57が硬化すると共に、一次ノズル形成部材42aがマスクとなっているので、ドライフィルムレジスト58のホーン形状部41aに対向している部分のみが硬化して、これらが一体となった硬化ドライフィルムレジスト59となる。

【0096】そこで、これを現像することによって、同図(f)に示すように、ホーン形状部41aに凸形状の突出部60aを有するドライフィルムレジストパターン60ができ上がる。この場合も、露光量及び/又は現像時間を調整可能な露光装置や現像装置を使用することによって、ドライフィルムレジストパターン60の突出部60aの形状を容易に設定することができる。

【0097】次いで、図27(a)に示すように一次ノズル形成部材42aの吐出面側に再度電鍍を行って、ホーン形状部41aに連続する略円柱形状部41bを形成した二次ノズル形成部材42bを一次ノズル形成部材42aと一体に形成して、同図(b)に示すようにホーン形状部41a及びこれに連続する略円柱形状部41bを有するノズル形成部材42を完成する。これに同図(c)に示すように表面処理層43を形成した後、ドライフィルムレジストパターン60を剥離することによって、同図(d)に示すようにホーン形状部41a及びこれに連続する略円柱形状部41bを有するノズル形成部材42に表面処理層43を設けた表面処理ノズル40を

10

20

30

40

50

得る。

【0098】このようにホーン形状ノズル孔を形成した後、ドライフィルムレジストの凸状部をノズル孔吐出面に形成し、これをパターンに二度目の電鍍を行い、続いて表面処理層を形成することにより、ホーン形状部と略円柱形状部の位置ずれがなく、かつ径が吐出方向に向かって小さくなっていく表面処理ノズルを容易に形成することができる。

【0099】なお、上記製造方法の各例における表面処理としては代表的な共析メッキについて述べたが、この共析メッキの材料としては、上村工業製のニムフロン（無電界メッキ）、メタフロン（電界メッキ）等を用いることができる。また、共析メッキ以外にも、フッ素粒子含有塗料や前述した一般的なシリコン系、フッ素系化合物のスプレー塗布法といったノズル形成部材上に形成していくタイプの表面処理工法全般を適用することができる。

【0100】また、上記各実施例においては、本発明をエネルギー発生手段として圧電素子を用いるピエゾアクチュエータ方式のインクジェットヘッドに適用した例について説明したが、エネルギー発生手段にヒーターを用いるいわゆるバブルジェット方式のインクジェットヘッドにも適用することができる。さらに、表面処理ノズルとしては加圧液室を形成する部材と別体にした構造のものに限らず、加圧液室を形成する部材と一体構造のものにも適用することができる。

【0101】さらに、上記実施例においては、ノズル形成部材としてプレート状のものを用いた例について説明したが、複数の部材（例えば溝を形成した部材とその溝を覆う部材）を組合わせてノズル孔を形成するものであっても、本発明を同様に適用することができる。

【0102】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1のインクジェットヘッドによれば、インクを吐出するノズル孔を形成したノズル形成部材の吐出面側に所定の表面処理をしたインクジェットヘッドにおいて、表面処理部分の穴径をノズル孔の径よりも小さくしたので、エネルギー発生手段から噴射滴に効率的にエネルギーを伝えることができ、噴射効率を向上させ、安定させることができ、印字品質が向上する。

【0103】請求項2のインクジェットヘッドによれば、上記請求項1のインクジェットヘッドにおいて、表面処理部分の表面がノズル孔近傍部において吐出面に対して略平行に形成されている構成としたので、噴射方向のバラツキを低減することができ、印字品質が向上する。

【0104】請求項3のインクジェットヘッドによれば、上記請求項1のインクジェットヘッドにおいて、表面処理部分のノズル孔近傍部が $R=1\mu\text{m}$ 以下のエッジ部を形成している構成としたので、噴射方向のバラツキ

を低減することができ、印字品質が向上する。

【0105】請求項4のインクジェットヘッドによれば、上記請求項1乃至3のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、ノズル形成部材のノズル孔がホーン形状部とこのホーン形状部に連続する略円柱形状部とからなり、インク吐出方向に向かって径が小さくなるように形成されている構成としたので、集積度を低下させることなく、内部の気泡の排出性が向上し、また、ノズル形成部材の厚みが厚くなることで剛性が高くなってチャンネル間の相互干渉が低減し、さらに、吐出面からの深さが深くなることで気泡巻き込みが低減して吐出安定性が向上し、印字品質が向上する。

【0106】請求項5のインクジェットヘッドによれば、上記請求項1乃至4のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、表面処理部分の穴をテーパ形状に形成して、ノズル孔と段差なく連続させたので、ノズル孔と表面処理部分の穴との接続部での気泡の滞留や引き込みを低減することができ、噴射ダウンを防止できると共に、噴射方向の安定性を向上でき、印字品質が向上する。

【0107】請求項6のインクジェットヘッドによれば、上記請求項1乃至5のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、表面処理部分の穴径を吐出口の径に対して50%以上100%未満にしたので、上記請求項1乃至5の効果をより効果的に発現することができる。

【0108】請求項7のインクジェットヘッドによれば、上記請求項1乃至6のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、ノズル形成部材を電鍍工法で形成したので、表面処理をメッキで行なうことができると共に、ノズル孔と表面処理部分とに段差のないインクジェットヘッドを容易にえることができる。

【0109】請求項8のインクジェットヘッドによれば、上記請求項1乃至7のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、表面処理が撥水性を持たせる処理である構成としたので、吐出面側でのインク溜りの発生を抑えることができ、噴射効率の低下を抑制できると共に、噴射方向曲りの発生を抑えることができ、印字品質が向上する。

【0110】請求項9のインクジェットヘッドによれば、上記請求項8のインクジェットヘッドにおいて、ノズル形成部材のノズル孔内壁面に親水性を持たせる処理を施したので、ノズル孔内壁面の濡れ性を良くし、メニスカス形成位置を吐出面近傍に持ってくることができ、噴射効率を高めることができる。

【0111】請求項10のインクジェットヘッドによれば、上記請求項9のインクジェットヘッドにおいて、親水性を持たせる処理が酸によるエッチングで行なわれている構成としたので、工程が容易で量産性を高めることができる。

【0112】請求項11のインクジェットヘッドによれば、上記請求項9のインクジェットヘッドにおいて、親

10

20

30

40

50

水性を持たせる処理がドライエッチングで行なわれている構成としたので、ノズル孔内壁面のみを選択的にエッチングすることにより、ノズル孔表面の荒れによる撥水性の低下を伴うことなく、ノズル孔内壁面のみを親水化することができる。

【0113】請求項12のインクジェットヘッドによれば、上記請求項8乃至11のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、表面処理がニッケルーフッ素系樹脂共析電解メッキで行なわれている構成としたので、容易に表面処理層の穴径や形状を安定して形成することができ、吐出面のワイピングに対する耐久性も得られる。

【0114】請求項13のインクジェットヘッドによれば、上記請求項8乃至11のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、表面処理がニッケルーリンーフッ素系樹脂共析無電解メッキで行なわれている構成としたので、請求項12の効果に加えて厚みムラが少ないより均一な表面処理層を得ることができる。

【0115】請求項14のインクジェットヘッドによれば、上記請求項12又は13のインクジェットヘッドにおいて、共析メッキにおけるフッ素系樹脂の含有率を20〜40vol%にしたので、充分な撥水性、耐磨耗性を持ち、かつノズル形成部材に強い密着性を持つ表面処理層を得ることができる。

【0116】請求項15のインクジェットヘッドによれば、上記請求項12乃至14のいずれかのインクジェットヘッドにおいて、表面処理で形成する層の厚みを1〜10 μ mにしたので、ワイピングなどに対しても耐性があり、信頼性が向上する。

【0117】請求項16のインクジェットヘッドの製造方法によれば、請求項1乃至8のいずれかのインクジェットヘッドを製造する方法において、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側からラミネートし、ノズル孔から吐出面側にはみ出させ、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側に吐出口から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いでドライフィルムレジストパターンを剥離してインクジェットヘッドを得るので、容易に請求項1乃至5のいずれかのインクジェットヘッドを製造することができる。

【0118】請求項17のインクジェットヘッドの製造方法によれば、上記請求項1乃至8のいずれかのインクジェットヘッドを製造する方法において、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の両面側からラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパ

ターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いでドライフィルムレジストパターンを剥離してインクジェットヘッドを得るので、容易に請求項1乃至5のいずれかのインクジェットヘッドを製造することができると共に、表面処理層の厚みを厚く形成することができる。

【0119】請求項18のインクジェットヘッドの製造方法によれば、上記請求項1乃至8のいずれかのインクジェットヘッドを製造する方法において、液状感光性樹脂を前記ノズル形成部材のノズル孔内壁面を含む吐出面裏側にコートして硬化させた後、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側又は両面にラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成し、その後、ノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターン及び感光性樹脂を剥離してインクジェットヘッドを得るので、容易に請求項1乃至5のいずれかのインクジェットヘッドを製造することができると共に、ドライフィルムレジストとノズル形成部材の密着性が高まり、吐出口エッジ部でのドライフィルムレジストの剥離が防止され、表面処理層の吐出口内への回り込みを防止することができる。

【0120】請求項19のインクジェットヘッドの製造方法によれば、上記請求項1乃至8のいずれかに記載のインクジェットヘッドを製造する方法において、液状感光性樹脂を前記ノズル形成部材の全面にコート、乾燥してから吐出面裏側のみを硬化させる工程と、ネガ型ドライフィルムレジストをノズル形成部材の吐出面裏側又は両面にラミネートし、ノズル形成部材をマスクとしてノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによってノズル形成部材の吐出面側にノズル孔から凸形状に突出した突出部を有するドライフィルムレジストパターンを形成する工程と、吐出面側の未硬化の感光性樹脂を除去する工程からなり、その後表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターン及び硬化した感光性樹脂を剥離してインクジェットヘッドを得るので、請求項15の効果に加えて、液体感光性樹脂の塗布工程を簡単にすることができる。

【0121】請求項20のインクジェットヘッドの製造方法によれば、上記請求項4のインクジェットヘッドを製造する方法において、電鍍によりホーン形状の孔を有する一次ノズル形成部を形成し、ネガ型ドライフィルムレジストを一次ノズル形成部の両面にラミネートし、一次ノズル形成部材自体をマスクとして一次ノズル形成部材の吐出面裏側から露光して硬化させ、現像を行なうことによって一次ノズル形成部の吐出面側のノズル孔上に略円柱形状をなす突出部を有するドライフィルムレジス

10

20

30

40

50

トパターンを形成し、その後、一次ノズル形成部材の吐出面側に再度電鍍を行って、前記突出部の形状に沿った略円柱形状の部分の有する二次ノズル形成部を一次ノズル形成部と一体に形成してノズル形成部材とし、その後、このノズル形成部材の吐出面側に表面処理を施し、次いで前記ドライフィルムレジストパターンを剥離する構成としたので、容易に請求項 4 のインクジェットヘッドを製造することができる。

【0122】請求項 21 のインクジェットヘッドの製造方法によれば、上記請求項 16 乃至 20 のいずれかのインクジェットヘッドの製造方法において、ドライフィルムレジストに対する露光量及び／又は現像時間を調整可能な手段で露光及び／又は現像する構成としたので、表面処理部分の穴径とノズル孔径との比を容易に変えることができる。

【0123】請求項 22 のインクジェットヘッドの製造方法によれば、上記請求項 16 乃至 21 のいずれかのインクジェットヘッドの製造方法において、表面処理層をフッ素系樹脂を含む共析メッキで形成する構成としたので、表面処理層の穴径や形状制御が容易で、かつノズル孔と表面処理層との間に段差がなく、ワイピング耐性にも優れたインクジェットヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明を適用するインクジェットヘッドの外観斜視図

【図 2】図 1 の A-A 線に沿う要部拡大断面図

【図 3】図 1 の B-B 線に沿う要部拡大断面図

【図 4】液室ユニットの製造工程のうちの振動板の製造工程を説明する工程図

【図 5】液室ユニットの製造工程のうちのノズルプレートの製造工程を説明する工程図

【図 6】液室ユニットの製造工程のうちの振動板とノズルプレートの接合を説明する工程図

【図 7】本発明に係るインクジェットヘッドの表面処理ノズルの要部拡大説明図

【図 8】(a) は本発明に係る他の表面処理ノズルの要部拡大説明図、(b) は (a) の更に要部拡大説明図

【図 9】(a) は本発明に係る図 8 の表面処理ノズルと比較するための表面処理ノズルの要部拡大説明図、(b) は (a) の更に要部拡大説明図

*【図 10】本発明に係る更に他の表面処理ノズルを説明する要部拡大説明図

【図 11】本発明に係る更にまた他の表面処理ノズルを説明する要部拡大説明図

【図 12】本発明に係る表面処理ノズルの製造方法の第 1 例を説明する工程図

【図 13】図 12 (c) の要部拡大図

【図 14】図 12 (d) の要部拡大図

【図 15】露光量及び現像時間とドライフィルムレジストパターンの形状との関係の説明に供する説明図

【図 16】図 12 (g) の要部拡大図

【図 17】本発明に係る表面処理ノズルの製造方法の第 2 例の途中までを説明する工程図

【図 18】同第 2 例の続きを説明する工程図

【図 19】図 18 (b) の要部拡大図

【図 20】図 18 (d) の要部拡大図

【図 21】本発明に係る表面処理ノズルの製造方法の第 3 例の途中までを説明する工程図

【図 22】同第 3 例の続きを説明する工程図

【図 23】表面処理層のノズル孔内への回り込みの説明に供する説明図

【図 24】本発明に係る表面処理ノズルの製造方法の第 4 例の途中までを説明する工程図

【図 25】同第 4 例の続きを説明する工程図

【図 26】本発明に係る表面処理ノズルの製造方法の第 5 例の途中までを説明する工程図

【図 27】同第 5 例の続きを説明する工程図

【図 28】従来の表面処理ノズルの要部拡大説明図

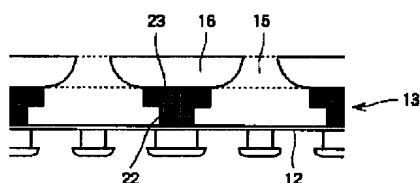
【図 29】従来の他の表面処理ノズルの要部拡大説明図

【符号の説明】

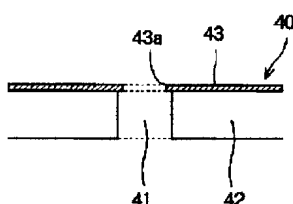
1…アクチュエータユニット、2…液室ユニット、7…駆動部圧電素子、12…振動板、15…ノズル孔、16…ノズルプレート、17…加圧液室、40…表面処理ノズル、41…ノズル孔、42…ノズル形成部材、43…表面処理層、43a…表面処理層の穴、44…親水化処理層、45、48、57…ネガ型ドライフィルムレジスト、47、50、60…ドライフィルムレジストパターン、47a、50a、60a…突出部、51…液状感光性樹脂。

*40

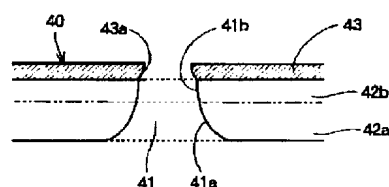
【図 6】



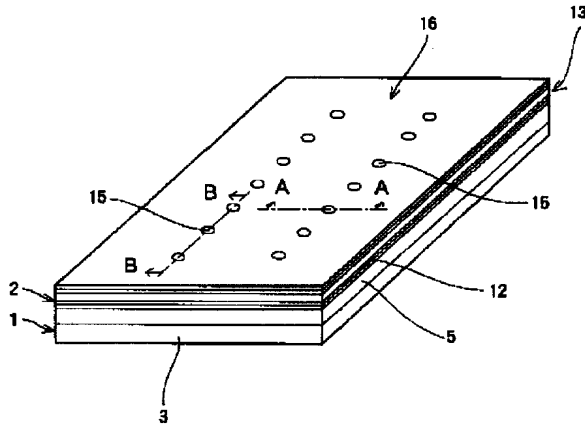
【図 7】



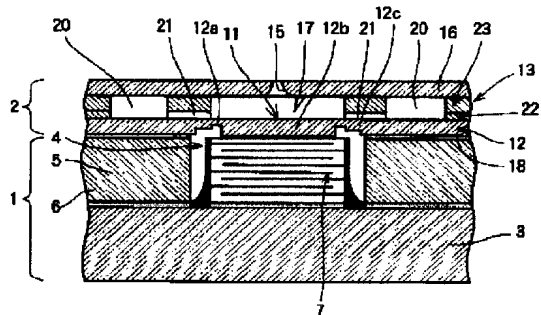
【図 10】



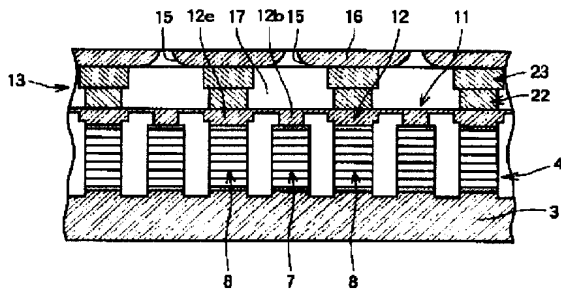
【図 1】



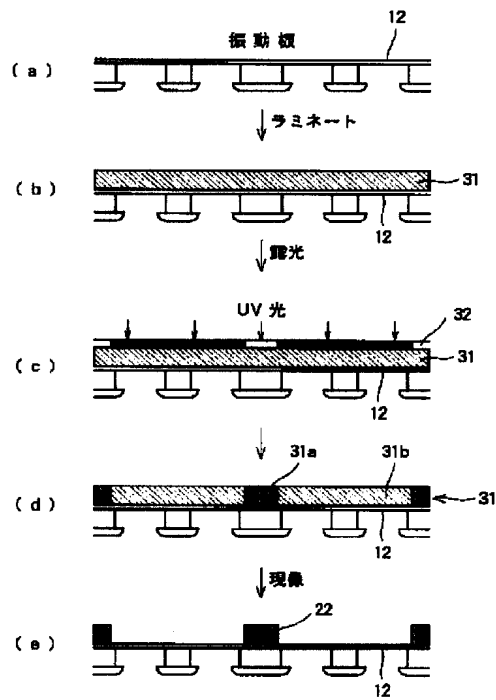
【図 2】



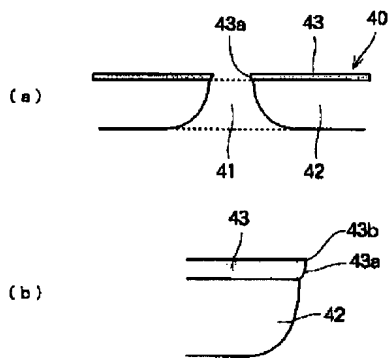
【図 3】



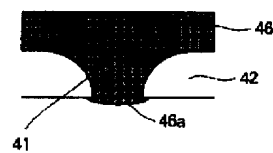
【図 4】



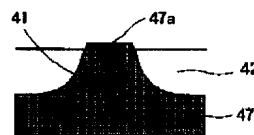
【図 8】



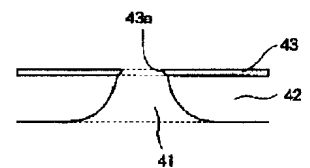
【図 13】



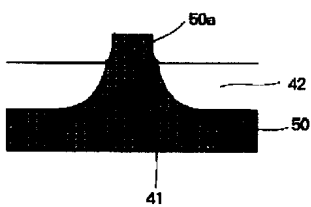
【図 14】



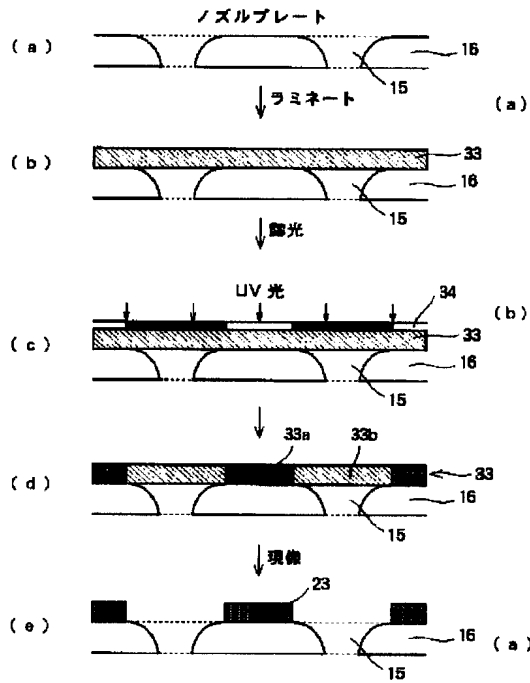
【図 16】



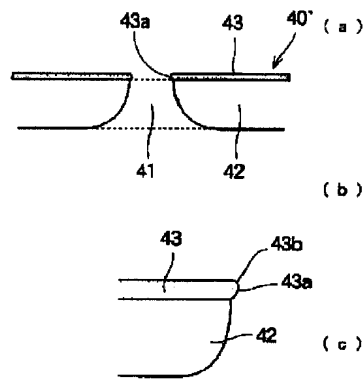
【図 19】



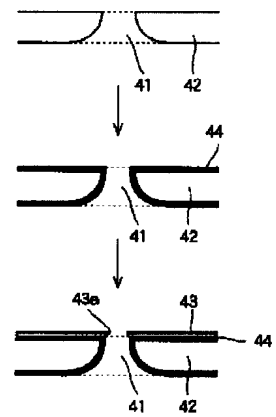
【図5】



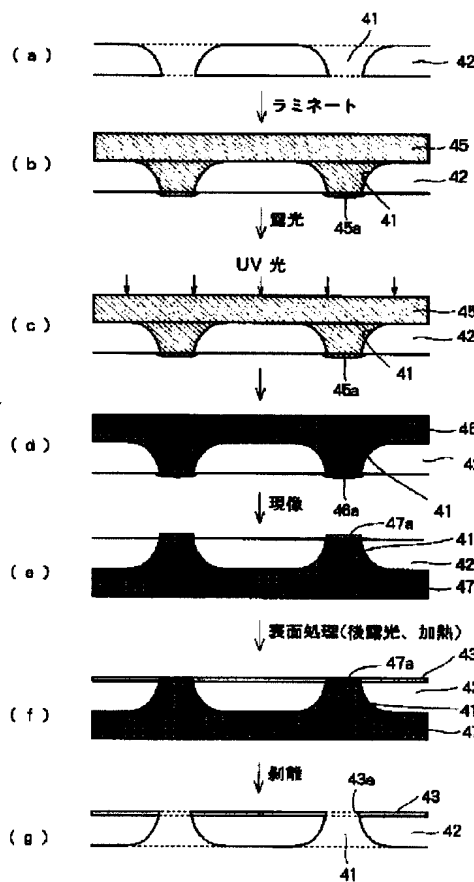
【図9】



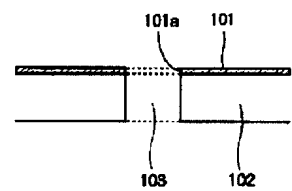
【図11】



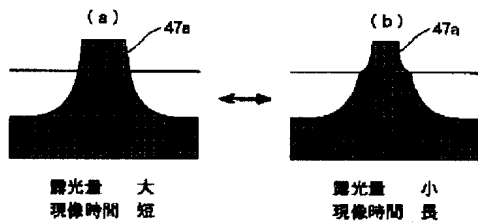
【図12】



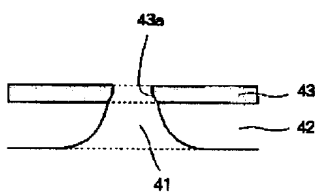
【図28】



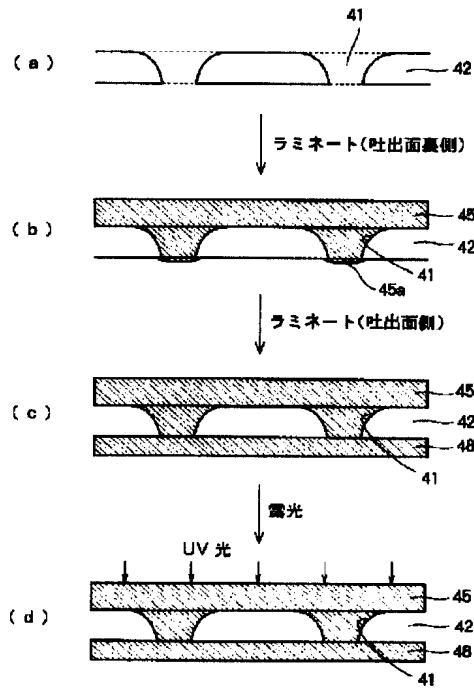
【図15】



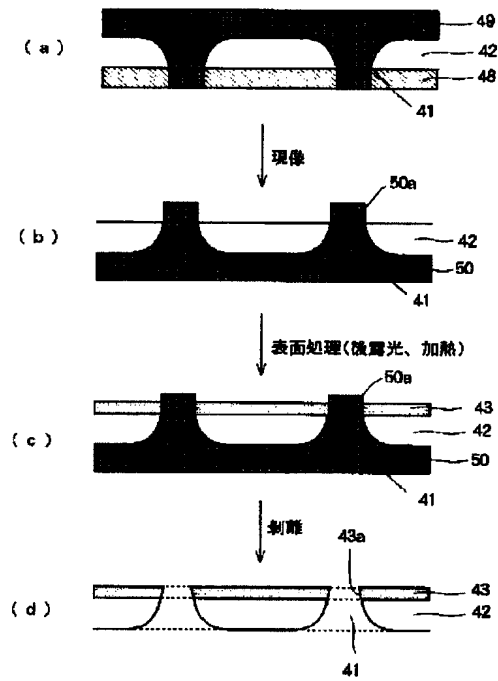
【図20】



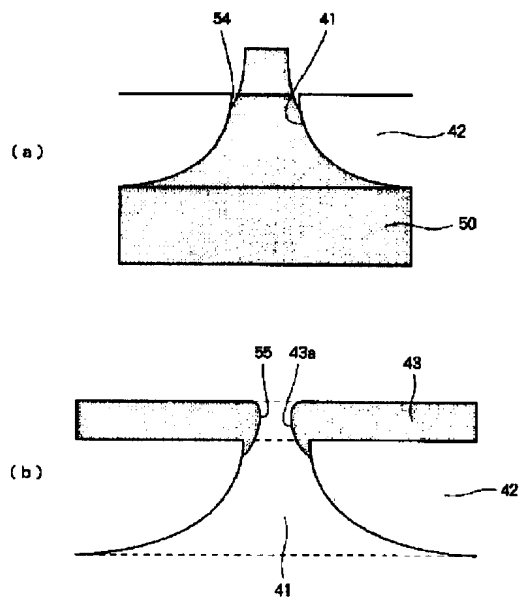
【図17】



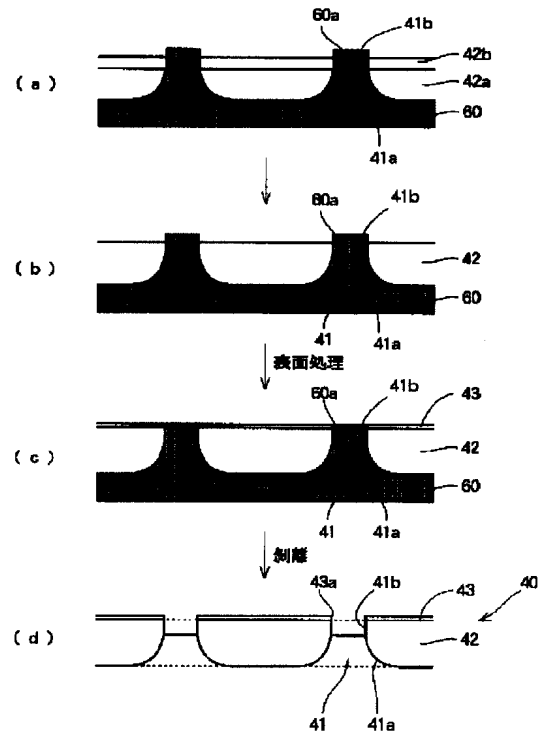
【図18】



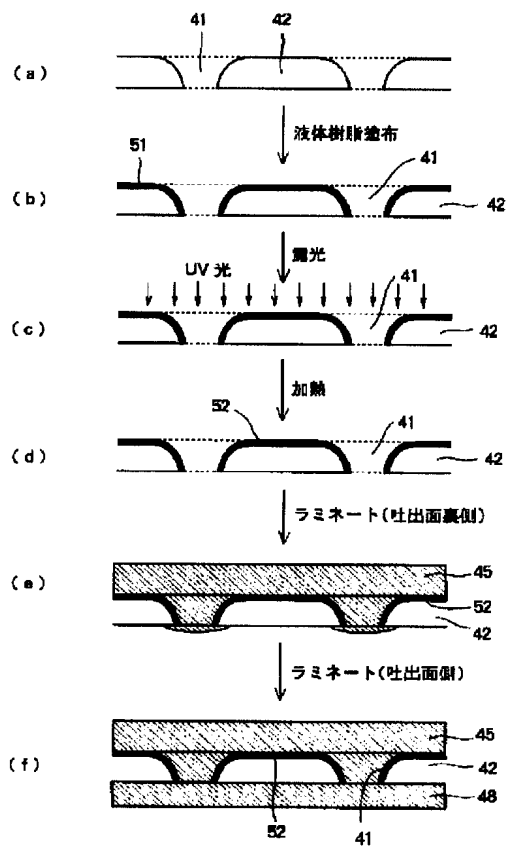
【図23】



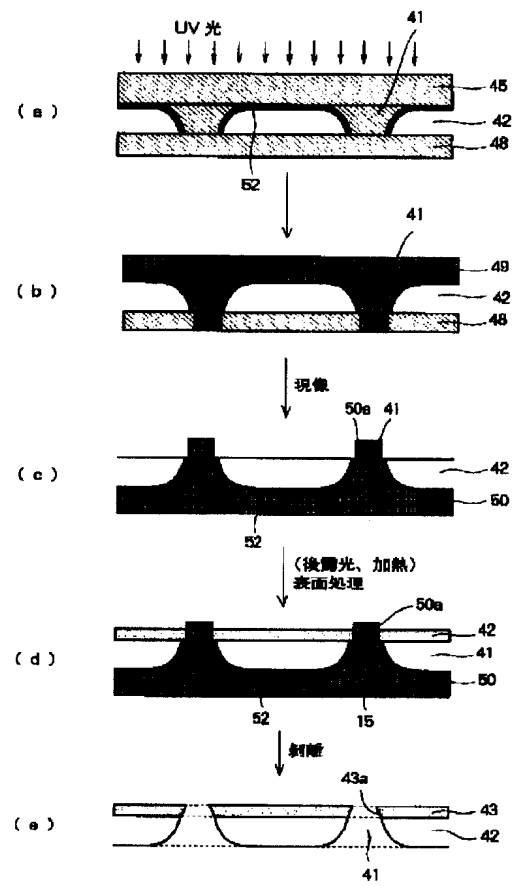
【図27】



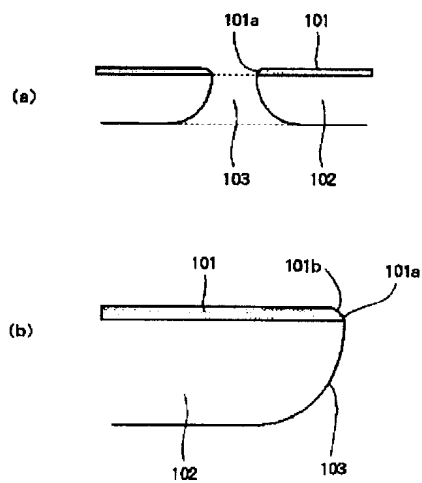
【図21】



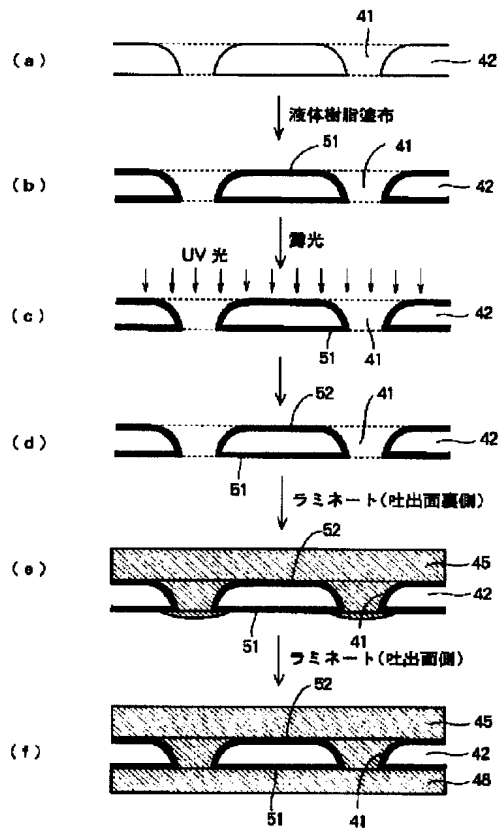
【図22】



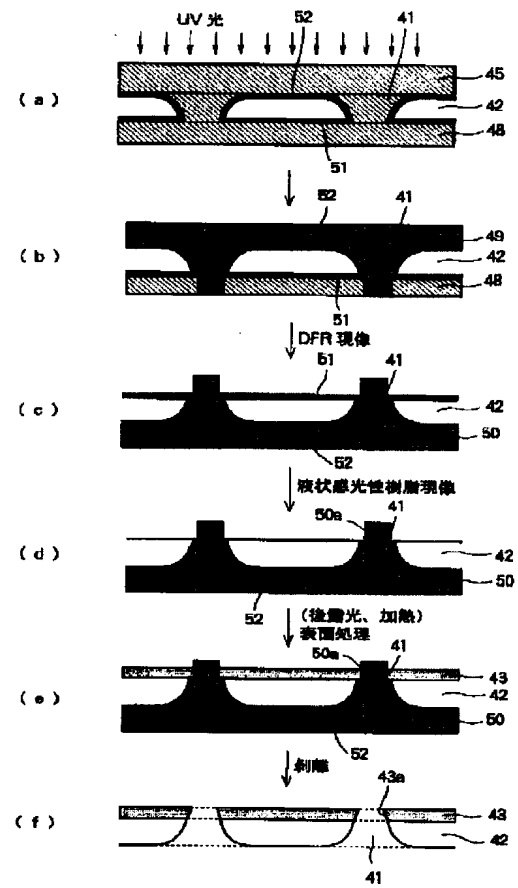
【図29】



【図24】



【図25】



【図26】

